

岩手医科大学審査学位論文の要旨（博士）

Predicting the consistency of intracranial meningiomas using apparent diffusion coefficient maps derived from preoperative diffusion-weighted imaging

(術前拡散強調像に基づく apparent diffusion coefficient による頭蓋内髄膜腫の硬さ予測)

(三善健矢, 和田司, 上野育子, 佐々木真理, 佐浦宏明,
藤原俊朗, 高橋史朗, 対馬栄輝, 小笠原邦昭)

(Journal of Neurosurgery 第135巻, 第3号 掲載)

I. 研究目的

髄膜腫の硬さは切除の難易度や手術合併症, 手術時間に影響する重要な因子である. Apparent diffusion coefficient (ADC) とは2つの b 値で撮像した拡散強調像から求められる拡散係数である. 髄膜腫の硬さと一般臨床で用いられている ADC 値 (standard ADC) の比較結果は様々であり一定の見解がないが, その原因として硬さの基準が主観的評価であることが影響している可能性が考えられた. また, 近年2つの最適化された b 値を用いて算出した ADC 値 (shifted ADC) が慢性肝疾患患者における肝臓の硬さと強い負の相関を示すことが報告されている. そこで本研究の目標は髄膜腫の硬さの基準に接触型硬度計による客観的評価を加え, standard ADC および shifted ADC が術前に頭蓋内髄膜腫の硬さを予測出来るか明らかにすることとした.

II. 研究対象ならび方法

対象患者は当院で初発頭蓋内髄膜腫に対して開頭頭蓋内腫瘍摘出術を予定しており, 16 歳以上で 3T-MRI 撮像可能な患者とした. MRI では 3T-MRI 装置を用い, 4 つの b 値 (0, 200, 1000, 1500 sec/mm²) で拡散強調像(diffusion weighted imaging: DWI)を撮像した. また術中ナビゲーションシステムに用いるためガドリニウム造影の 3D-SPGR 像を撮像した. 0, 1000 sec/mm² の b 値を用いて standard ADC map を作成し, 200, 1500 sec/mm² の b 値を用いて shifted ADC map を作成した. 各患者の髄膜腫上に 1~5 カ所の関心領域 (ROI) を設定し standard ADC map および shifted ADC map, 3D-SPGR 像に転写した. 術中にナビゲーション上の ROI と一致した部位の腫瘍を摘出し, 硬度計を用いて摘出した腫瘍の硬度を測定した. また, 腫瘍摘出に用いた手術器具により, 硬さを 5 段階 (Device-dependent grade) で評価した. 各 ROI の standard ADC および shifted ADC を算出し, 硬度計の評価および surgical grades それぞれの相関を検討した. また, Device-dependent grade を基に硬度計の値から硬い髄膜腫とやわらかい髄膜腫を定義

し、それぞれを検出する精度を算出した。

III. 研究結果

25 症例から得られた 76 ROI に対して解析を行った。硬度計の硬さは、standard ADC ($\rho = -0.465$, $P < 0.01$) および shifted ADC ($\rho = -0.490$, $P < 0.01$) と有意な負の相関を認めた。ROC 解析の結果から、硬い髄膜腫の検出精度は standard ADC と shifted ADC の間に有意差を認めなかった ($P = 0.390$)。硬い髄膜腫の検出において、standard ADC 低値と shifted ADC 低値を組み合わせた陽性的中率は 89% であった。やわらかい髄膜腫の検出において、standard ADC 高値と shifted ADC 高値を組み合わせた陽性的中率は 81% であった。

IV. 考 按

standard ADC および shifted ADC がともに低い髄膜腫では 80% 以上が硬い髄膜腫に分類され、standard ADC および shifted ADC がともに高い髄膜腫では 80% 以上が軟らかい髄膜腫に分類された。つまり standard ADC および shifted ADC が低い髄膜腫においては、摘出に超音波破碎装置および剪刀の準備が必要であるといえる。この情報は特に手術操作や術野が制限される経鼻的内視鏡手術を検討している場合などに有用と考えられる。しかしながら、standard ADC が低く、shifted ADC が高い場合には半分が硬い髄膜腫で残りの半分がやわらかい髄膜腫であった。この条件の髄膜腫に対しては本研究の方法では硬さの予測は困難であり、これが本研究における限界と考えられた。

ADC は拡散強調像を用いて算出する拡散係数であり、standard ADC および shifted ADC はともに一般的な MRI 装置で算出可能である。最近、MR elastography (MRE) による硬度の評価が行われており、実際に振動を体に加えることで硬さの map を作成することが可能な技術である。MRE は T2 強調画像よりも髄膜腫の硬さと強い相関があると報告されているが、撮像には特別な装置が必要であり、また加える振動が脳に与える影響も不明である。本研究で用いた shifted ADC の相関係数は、MRE と摘出器具に基づく硬さの grading あるいは MRE と硬度計による硬さの相関係数と近いものであり、特別な装置なしに MRE と同等に髄膜腫の硬さを評価出来る可能性がある。

V. 結 語

術前に撮像した拡散強調像に基づく標準的 ADC と調整 ADC を組み合わせて用いることで、術前に髄膜腫の硬さを予測することが出来る。